

บทที่ 1

บทนำ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการพัฒนาระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัย โดยเนื้อหาในบทนี้จะนำเสนอที่มาและความสำคัญของวิทยานิพนธ์ แล้วจะกล่าวถึงปัญหาที่ได้พบจากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลพร้อมแนวทางในการแก้ไขปัญหา จากนั้นเป็นการนำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้ใช้ประกอบเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา รวมถึงวัตถุประสงค์ ขอบเขตของการศึกษา ระเบียบวิธีการวิจัย แผนดำเนินการ และประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัยนี้

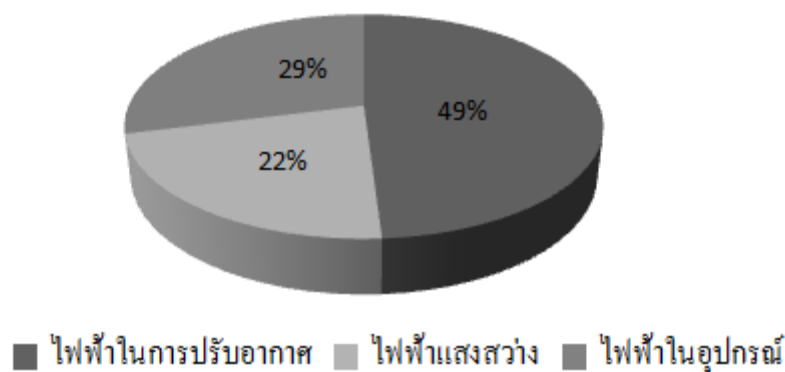
1.1 ที่มาและความสำคัญของการศึกษา

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์ในปัจจุบัน เนื่องจากกิจกรรมในด้านต่างๆของมนุษย์ เช่น ด้านธุรกิจ ด้านอุตสาหกรรม ด้านครัวเรือน ฯลฯ ล้วนต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น รวมถึงการที่ประชากรในประเทศไทยมีจำนวนเพิ่มขึ้น และมีการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมให้เติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้มีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลต่อเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการผลิตพลังงาน เช่น เชื้อเพลิงจากธรรมชาติ มีจำนวนลดลงไปอย่างรวดเร็ว เมื่อความต้องการใช้พลังงานมีจำนวนมากขึ้น แต่แหล่งพลังงานที่มีอยู่ลดลงจนทำให้ไม่สามารถผลิตพลังงานได้อย่างเพียงพอ จึงต้องมีการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศหรือหาวิธีผลิตพลังงานทดแทน เช่น พลังงานจากลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ และพลังงานชีวมวล เป็นต้น แต่วิธีเหล่านี้มีการลงทุนที่สูงและไม่คุ้มค่า จึงทำให้ต้องหันมาลดความต้องการใช้พลังงานแทน ด้วยการใช้พลังงานให้คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

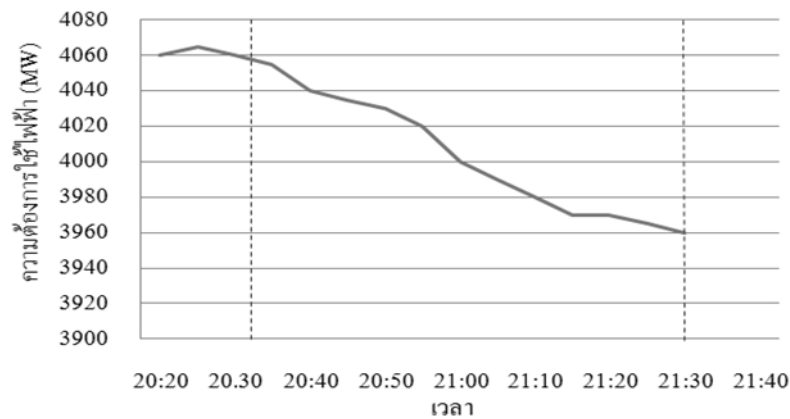
พลังงานไฟฟ้ามีความสำคัญในการใช้ชีวิตประจำวันค่อนข้างมาก เพราะสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานในรูปแบบอื่นได้ง่าย ทำให้ทุกองค์กรและบ้านเรือนย่อมมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยกันทั้งสิ้น ด้วยเหตุนี้ทางหน่วยงานของการไฟฟ้าจึงต้องเพิ่มกำลังผลิตให้มากขึ้นในทุก ๆ ปี แต่ก็ไม่สามารถทำการติดตั้งโรงไฟฟ้าใหม่ได้ เนื่องจากติดปัญหาด้านมลพิษทางอากาศที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และพบปัญหาการขาดแคลนแหล่งเชื้อเพลิงภายในประเทศทำให้ต้องนำเข้าพลังงานไฟฟ้าจากต่างประเทศมาช่วยอีกทางหนึ่งแทน กรณีดังกล่าวส่งผลให้ราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยถูกปรับ

สูงขึ้น จากวิกฤตการณ์ที่พบทำให้เกิดเป็นแนวคิดในการจัดการหรือลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลง ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถลดปัญหาที่กล่าวมาได้ อีกทั้งยังสามารถขอความร่วมมือจากทุกองค์กรและทุกภาคส่วนให้หันมาใส่ใจในการลดการใช้ไฟฟ้าภายในบ้านหรือองค์กรของตนเองลง ทำให้ช่วยแก้ปัญหานี้ได้เร็วยิ่งขึ้น

โดยทั่วไปพลังงานไฟฟ้าที่ถูกนำมาใช้ในอาคารจะสามารถแบ่งรูปแบบการใช้งานได้หลายส่วนหนึ่งในนั้น คือ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดย จากรูปที่ 1.1 สมาคมธุรกิจรับสร้างบ้านได้ทำการสำรวจสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ ของอาคารบ้านพักอาศัย พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ 49% ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 22% และใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ 29% [1] ถึงแม้ว่าระบบไฟฟ้าแสงสว่างจะไม่ใช่อุปกรณ์ที่มากที่สุด แต่ระบบนี้มีความจำเป็นต้องใช้ในทุกบ้านและอาคารเมื่อเปรียบเทียบกับระบบปรับอากาศที่บางอาคารอาจไม่จำเป็นต้องใช้ นอกจากนั้นระบบนี้ยังมีระยะเวลาในการใช้งานมาก ซึ่งระยะเวลาจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลถึงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจะเห็นได้ว่าหากระบบได้จัดการการใช้พลังงานที่ดีก็จะช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าลงไปได้มาก โดยดูจากผลของโครงการปิดไฟ 1 ชั่วโมงเพื่อลดโลกร้อน ประจำปี 2558 (60+Earth Hour 2015) จากรูปที่ 1.2 แสดงถึงค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลา 1 ชั่วโมงในเขตกรุงเทพมหานครมีปริมาณลดลง [2] หากเปรียบเทียบกับความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของเมื่อวันที่ 23 เมษายน 2557 จะมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลงถึง 1,940 เมกะวัตต์ โดยคิดเป็นมูลค่าเงินที่สามารถประหยัดได้ถึง 7,499,068 บาท



รูปที่ 1.1 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆของอาคาร



รูปที่ 1.2 ความต้องการใช้ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร วันที่ 28 มีนาคม 2558
ระหว่างเวลา 20.30-21.30 น.

จากการที่ภาครัฐณรงค์ให้ผู้ใช้ไฟฟ้าหันมาให้ความสนใจในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง จึงก่อให้เกิดวิธีการจัดการการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างขึ้นหลากหลายวิธีที่สามารถนำไปควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยในแต่ละวิธีที่ถูกพัฒนาขึ้นมานั้นจะมีลักษณะการทำงานและมีประโยชน์ในแต่ละด้านแตกต่างกันไป เช่น วิธีการเปลี่ยนมาใช้หลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงาน การปิดไฟในยามที่ไม่จำเป็น และการเปิดไฟเฉพาะบริเวณที่มีการใช้งาน เป็นต้น

จากการที่ได้ศึกษาบทความและงานวิจัยที่น่าสนใจเกี่ยวกับวิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง จะพบว่าฟังก์ชันการทำงานหลักที่ถูกนำมาใช้จัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างสามารถแบ่งออกได้ 6 ฟังก์ชัน ประกอบด้วย

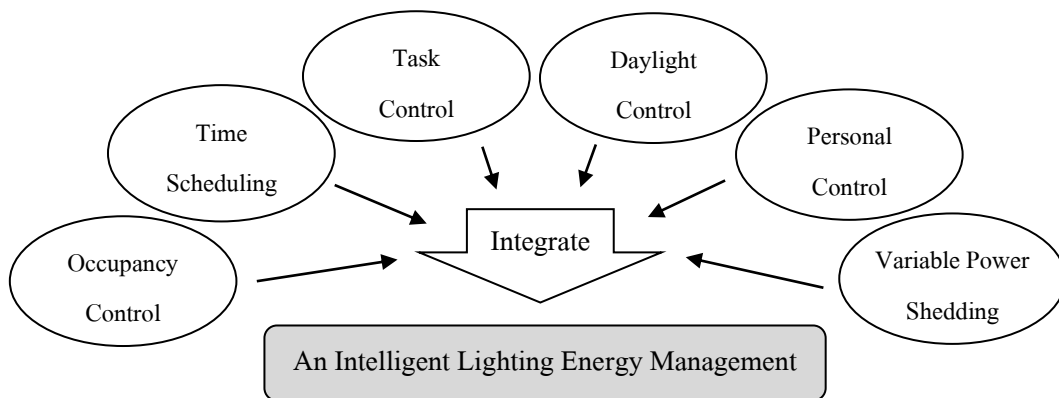
1. ฟังก์ชันตรวจจับการเคลื่อนไหว (Occupancy Control: OCT) [3, 4, 5]
2. ฟังก์ชันการควบคุมการเปิด/ปิดไฟอย่างอัตโนมัติตามตารางเวลาทำงานที่กำหนดไว้ (Time Scheduling: TSD) [6, 7]
3. ฟังก์ชันการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างภายนอก (Daylight Control: DCT) [8, 9, 10]
4. ฟังก์ชันการใช้แสงสว่างเฉพาะจุด หรือเฉพาะบริเวณที่มีผู้ใช้งาน (Task Control: TCT) [11, 12, 13] ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานแต่ละพื้นที่และบริเวณ โดยอ้างอิงตามมาตรฐานค่าความส่องสว่างสำหรับพื้นที่และกิจกรรมต่าง ๆ ภายในอาคาร
5. ฟังก์ชันการควบคุมความสว่างของหลอดไฟด้วยผู้ใช้ไฟเอง (Personal Control: PCT) [14, 15]

6. ฟังก์ชันการควบคุมการใช้พลังงานโดยรวมทั้งระบบจากปริมาณค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด
(Variable Power Shedding: VPS) [16]

อย่างไรก็ตามฟังก์ชันการทำงานที่มีอยู่ต่าง ๆ นั้นมีการพัฒนาและถูกนำไปใช้งานอย่างกระจัดกระจาย นั่น คือ มีการพัฒนาวิธีใดเพียงแค่วิธีเดียวหรือเลือกนำไปใช้แค่เพียงบางฟังก์ชันการทำงานเท่านั้น ซึ่งในความจริงแล้วในบางสถานที่ยังสามารถเลือกใช้ฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลายให้ทำงานร่วมกันเพื่อให้ระบบที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อีกปัญหาหนึ่งที่พบก็คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานแต่ละวิธีมักจะถูกเลือกใช้ตามค่านิยมหรือตามที่รู้จักทั่วไปในท้องตลาด ขาดการคำนึงถึงความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานในบริเวณต่าง ๆ และบางวิธีอาจมีอุปกรณ์ที่เหมาะสมยิ่งกว่า ส่งผลให้มีการลงทุนที่สิ้นเปลืองมากเกินไป อีกทั้งระบบที่ได้มีความซับซ้อนและควบคุมได้ยาก นอกจากนั้นปัญหาที่พบได้อีกปัญหาหนึ่งคือข้อจำกัดในการทำงานของวิธีการเหล่านั้น เช่น ไม่สามารถควบคุมเปิด/ปิดไฟในบางพื้นที่ตามการกำหนดตารางเวลาได้ เพราะในบางพื้นที่มีการใช้งานในเวลาที่ไม่แน่นอน เป็นต้น

จากปัญหาที่พบงานวิจัยนี้ จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาฟังก์ชันการทำงานที่มีอยู่ แต่ถูกใช้งานแยกจากกัน มาศึกษาและวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมกับสถานที่และบริเวณที่นำไปใช้งาน และประยุกต์ใช้ให้ทำงานร่วมกันให้ได้มากที่สุด มีการคัดเลือกอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับการทำงานในบริเวณต่างๆ และสามารถทำงานร่วมกับฟังก์ชันการทำงานอื่นได้ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการติดตั้งได้ส่วนหนึ่งและยังช่วยลดจำนวนอุปกรณ์ที่ต้องติดตั้งลงทำให้ระบบควบคุมได้ง่ายขึ้น ระบบโดยรวมส่วนใหญ่จะเป็นการทำงานแบบอัตโนมัติซึ่งเป็นข้อดีส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้ที่จะลดภาระลงให้กับผู้ใช้งานและอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานได้มากขึ้น ผู้ใช้ยังสามารถควบคุมระบบผ่านทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์เนื่องจากบางสถานที่อาจต้องมีการใช้ในงานกิจกรรมอื่น จึงช่วยให้ระบบทำงานได้เหมาะสมกับกิจกรรมนั้นได้

จากฟังก์ชันการทำงานที่มีประสิทธิภาพทั้งหมดเมื่อนำมาจัดการให้ทำงานร่วมกันเป็นระบบ ย่อมเกิดประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานได้เพิ่มขึ้นโดยทำการเปรียบเทียบระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างที่ได้พัฒนาขึ้นกับวิธีใดวิธีหนึ่ง ซึ่งในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการพัฒนาและประยุกต์ใช้ฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการออกแบบระบบ ดังแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 ฟังก์ชันการทำงานของระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง

กล่าวได้ว่างานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและพัฒนาระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างจากปัญหาหลักที่พบ คือ

- ฟังก์ชันการประหยัดพลังงานแต่ละฟังก์ชันมีการพัฒนาและนำไปใช้งานแยกออกจากกัน หรือจะถูกใช้เพียงฟังก์ชันใดฟังก์ชันหนึ่งเท่านั้น ซึ่งแท้จริงแล้วแต่ละฟังก์ชันสามารถทำงานร่วมกันได้เพื่อให้ได้ระบบที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
- ฟังก์ชันการทำงานถูกนำไปใช้งานไม่เหมาะสมทั้งทางด้านสถานที่ สภาพแวดล้อม และอุปกรณ์ที่ใช้ ทำให้ระบบที่ได้สามารถจัดการพลังงานไฟฟ้าได้ไม่เต็มที่ อีกทั้งระบบมีความซับซ้อนและควบคุมได้ยาก รวมถึงมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาการทำงานของระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างให้สามารถครอบคลุมการทำงานได้หลากหลาย หลังจากได้มีการค้นคว้าหรือทบทวนงานวิจัยและบทความเกี่ยวกับวิธีการการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อนำมาใช้พัฒนาและประยุกต์ใช้กับอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัย โดยฟังก์ชันการทำงานหลักที่ได้สรุปออกมามีอยู่ 6 ฟังก์ชัน ได้แก่ ฟังก์ชันตรวจจับการเคลื่อนไหว ฟังก์ชันการใช้แสงสว่างเฉพาะจุดหรือเฉพาะบริเวณที่มีผู้ใช้งาน ฟังก์ชันการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างภายนอก, ฟังก์ชันการควบคุมการเปิด/ปิดไฟอย่างอัตโนมัติตามตารางเวลาทำงานที่กำหนดไว้, ฟังก์ชันการควบคุมความสว่างหลอดไฟด้วยผู้ใช้ไฟเอง และ ฟังก์ชันการควบคุมการใช้พลังงานโดยรวมทั้งระบบจากปริมาณค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด เนื่องจากเป็นแนวทางที่สามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างลง ประกอบด้วย 2 หลักการที่สำคัญ คือ การจัดการและควบคุมกำลังไฟฟ้าที่ใช้และลดเวลาการใช้งานลง (พลังงานไฟฟ้า = กำลังไฟฟ้า X ระยะเวลาการใช้งาน)

โดยต้องไม่ส่งผลกระทบต่อมุมมองเห็นของผู้ใช้งาน ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ใช้งานได้มากกว่านั้นระบบจะต้องช่วยเพิ่มความสะดวกและความปลอดภัยให้ผู้ใช้งานได้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบตลอดทั้งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยนี้อีกด้วย และระบบที่ได้ยังสามารถประยุกต์ใช้กับอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัยทั่วไป เมื่อนำฟังก์ชันการทำงานหลักเหล่านี้มาพัฒนาประยุกต์ใช้ และออกแบบให้มีการทำงานร่วมกันเป็นระบบเดี่ยวย่อมได้รับประโยชน์และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ดังนั้นจึงมีวิธีการแก้ปัญหาที่พบตามแนวทาง ดังนี้

- นำฟังก์ชันการทำงานที่มีอยู่ให้สามารถทำงานร่วมกันให้ได้มากที่สุด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง
- การเลือกฟังก์ชันการทำงานให้เหมาะสม โดยพิจารณาถึงสถานที่ติดตั้ง สภาพแวดล้อม กิจกรรมของแต่ละบริเวณ และอุปกรณ์ที่ใช้

1.3 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการที่ได้ศึกษาค้นคว้าบทความ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ได้พบหลายบทความที่ได้ออกแบบ และสร้างระบบที่สามารถบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งสามารถนำระบบเหล่านั้นมาพัฒนาให้เป็นระบบที่สามารถทำงานร่วมกัน เพื่อให้ได้ระบบที่มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น โดยสามารถสรุปหลักการและวิธีการจากเอกสารที่ใช้ได้ตามฟังก์ชันการทำงานทั้ง 6 ฟังก์ชัน ดังต่อไปนี้

1. ฟังก์ชันตรวจจับการเคลื่อนไหว (OCT)

S. Y. Chun, et al. [3] นำเสนอระบบควบคุมแสงสว่างจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ด้วยการสั่งการปรับปริมาณแสงแบบอัตโนมัติด้วยการตรวจจับพฤติกรรมในวงกว้างผ่านกล้องเว็บแคม (Web camera) ระบบจะลดปริมาณแสงลงเมื่อคนอยู่ไกลจากหลอดไฟออกไป ซึ่งวิธีนี้สามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี ซึ่งได้ทำจำลองการทดลองอยู่ 3 สถานการณ์การทำงาน คือ การอ่านหนังสือที่โต๊ะ การนั่งดูทีวี และการพูดคุย

F. Wahl, et al. [4] ใช้การติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Passive Infrared (PIR) sensors) ที่บริเวณประตูทุกประตูเพื่อตรวจจับการใช้งานของห้องนั้น ๆ ระบบจะทำการเปิดไฟเฉพาะช่วงเวลา

มีผู้ใช้งานภายในห้องนั้น PIR sensors เป็นอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่ราคาไม่แพง มีขนาดเล็ก บริโภคพลังงานน้อย และไม่จำเป็นต้องทำการบำรุงรักษาบ่อย

M. Miki, et al. [5] เป็นการนำเสนอวิธีการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง ด้วยวิธีการติดตั้งเซนเซอร์แรงดัน ณ บริเวณเก้าอี้ทำงานแต่ละตัวเพื่อตรวจจับการใช้งานของผู้ใช้งาน ในบริเวณนั้นๆจากแรงกดที่ได้รับเมื่อมีผู้ใช้นั่งบนเก้าอี้ ระบบจะสั่งเปิด/ปิดไฟหลอดไฟแบบอัตโนมัติ ในบริเวณที่กำหนดไว้ให้กับเก้าอี้แต่ละตัว พบว่าวิธีการนี้ช่วยลดการใช้ไฟได้ถึง 30% แต่ยุ่งยากในการ ติดตั้งอุปกรณ์และเซนเซอร์แรงดันมีราคาแพงกว่า PIR sensors

2. ฟังก์ชันการควบคุมการเปิด/ปิดไฟอย่างอัตโนมัติตามตารางเวลาที่กำหนดไว้ (TSD)

J. Xiao et al. [6] นำเสนอวิธีจัดการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างร่วมกับตารางการมาถึง สถานีของรถไฟ โดยระบบสามารถสั่งการเปิด/ปิดหลอดไฟบริเวณทางเดินผู้โดยสารแบบอัตโนมัติ ตามตารางที่ได้บันทึกไว้ผ่านทางโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้า เฉพาะช่วงเวลาที่รถไฟมาถึง และระบบจะสั่งปิดไฟลงเมื่อรถไฟออกจากสถานีทำให้ลดเวลาในการ บริโภคพลังงานในช่วงเวลาที่ไม่จำเป็น แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้เหมาะสมเฉพาะบริเวณที่มีตารางการ ใช้ งานที่แน่นอน

C. H. Hung, et al. [7] นำเสนอระบบการควบคุมหลอดไฟ 4 ชนิด คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์, หลอดมี ไล่, หลอด LED PWM และหลอด LED Halftone โดยผ่านทางเครือข่ายการสื่อสารแบบไร้สาย Zigbee (ซึ่งบ้านพักอาศัยไม่จำเป็นต้องใช้ระบบนี้) ในการส่งสัญญาณและควบคุมหลอดไฟให้เปิด/ปิดหรือ ปรับหรี่หลอดไฟ ระบบมีการทำงานทั้งในรูปแบบการตั้งเวลาหรือทำงานแบบตอบสนองอัตโนมัติ พบว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดมีไล่จะควบคุมได้เพียงสั่งการให้เปิด/ปิดหลอดไฟได้เท่านั้น ส่วนหลอด LED PWM และหลอด LED Halftone จะสามารถปรับความสว่างได้แต่หลอดชนิด LED PWM ต้องควบคุมแบบสัญญาณอนาล็อก ในส่วนหลอดชนิด LED Halftone จะควบคุมแบบ สัญญาณดิจิทัลและวงจรที่ใช้จะง่ายกว่า

3. ฟังก์ชันการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างภายนอก (DCT)

G. Parise และ L. Martirano [8] ได้นำเสนอถึงวิธีจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างด้วยวิธีควบคุม ปริมาณแสงภายในห้องจากปริมาณแสงที่มาจากแสงอาทิตย์ร่วมกับปริมาณแสงที่มาจากหลอดไฟ ระบบมีการใช้ประโยชน์จากแสงที่มาจากดวงอาทิตย์เป็นหลักแล้วควบคุมปริมาณแสงจากหลอดไฟ ภายในห้อง โดยการแบ่งห้องออกเป็นสามส่วนตามระยะห่างจากหน้าต่าง ในบริเวณที่ไกลหน้าต่างจะ

ต้องการแสงจากหลอดไฟในปริมาณมากกว่าส่วนบริเวณที่อยู่ใกล้หน้าต่างที่ต้องการแสงจากหลอดไฟเพียงเล็กน้อย ทำให้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างจะถูกใช้เท่าที่จำเป็นหรือในบริเวณที่แสงจากธรรมชาติไม่เพียงพอเท่านั้น ทำให้สามารถลดการบริโภคพลังงานไฟฟ้าลงได้ แต่อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ไม่สามารถนำไปใช้ได้กับห้องปิด หรือห้องที่ไม่มีการรับแสงจากภายนอก

S. Matta และ S. M. Mahmud [9] เป็นระบบจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยยึดหลักการที่จะทำให้ได้ปริมาณแสงจากแสงอาทิตย์ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยใช้วิธีการปรับมุมองศาให้กับบานเกล็ดของหน้าต่างในห้องแบบอัตโนมัติ เพื่อให้ภายในห้องได้รับปริมาณแสงจากแสงอาทิตย์มากที่สุดผ่านเครือข่ายแบบ CAN ซึ่งพบว่าระบบนี้มีการรบกวนที่สูง นอกจากนี้ผู้ใช้อาจได้รับผลกระทบจากแสงแดดที่จะส่องเข้ามาในห้องได้

K. Thattai, et al. [10] นำเสนอระบบจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยการควบคุมการปิด/เปิดหลอดไฟผ่านเครือข่าย Zigbee โดยมีแนวทางเพื่อจะแก้ปัญหาระบบการควบคุมแสงสว่างบริเวณถนนที่พบในอดีต คือ เปิดหลอดไฟเมื่อท้องฟ้ามืดลงและปิดหลอดไฟเมื่อท้องฟ้าสว่างขึ้น แต่ในช่วงเวลาตลอดทั้งคืนจะเปิดหลอดไฟทิ้งไว้แม้จะไม่มีคนเดินผ่านหรือไม่มีรถขับผ่านบริเวณนั้น จึงมีแนวคิดในการปรับปรุงให้หลอดไฟสามารถปรับความสว่างได้ โดยมีหลักการ คือ ถ้าระบบตรวจจับได้ว่าบริเวณนั้นไม่มีคนอยู่ก็จะทำการหรี่ไฟลงให้พอมีแสงสว่าง และเมื่อตรวจจับพบว่าบริเวณนั้นมีคนเดินผ่านก็จะเพิ่มความสว่างขึ้น โดยควบคุมการทำงานของหลอด LED ด้วยสัญญาณ PWM

4. ฟังก์ชันการใช้แสงสว่างเฉพาะจุดหรือเฉพาะบริเวณที่มีผู้ใช้งาน (TCT)

L. Martirano [11] ได้ทำการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างแบบล้ำหน้า 2 ระบบ คือ ระบบที่ไม่สามารถปรับระดับแสงสว่างได้ซึ่งจะควบคุมเพียงเปิด/ปิดไฟ (Switching Control) และระบบที่สามารถปรับระดับแสงสว่างได้ (Dimming Control) และนำมาใช้กับห้องเรียนที่ถูกแบ่งตามพื้นที่การใช้งาน เพื่อควบคุมระดับแสงสว่างให้มีความเหมาะสมตามมาตรฐานการใช้งานของแต่ละบริเวณ พบว่าผลที่ได้จากการทดลองระบบทั้งสองสามารถลดการใช้พลังงานในช่วงเวลาที่ไม่มีการใช้งานได้

A. E. Guntermann [12] ได้นำเสนอวิธีการจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างด้วยวิธีการปรับระดับแสงสว่าง และการลดการใช้หลอดไฟลงด้วยการแบ่งพื้นที่ภายในห้องเป็นบริเวณเล็ก ๆ เพื่อความคุมให้มีการใช้งานเฉพาะส่วนที่จำเป็น และใช้ในปริมาณแสงเท่าที่เหมาะสมตามมาตรฐานการใช้งานแต่ละบริเวณ

M. S. Pan, et al. [13] ได้สร้างระบบควบคุมปริมาณแสงสว่างภายในห้องโดยจะพิจารณาปริมาณแสงภายในห้อง 2 ปริมาณ คือ แสงจากการใช้งานของผู้ใช้ภายในห้องหรือแสงเฉพาะจุด เช่น แสงจากโต๊ะทำงาน และแสงจากสภาพแวดล้อมภายในห้องหรือแสงโดยรวม เช่น แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่จะให้แสงในบริเวณกว้าง โดยติดตั้งเซนเซอร์วัดปริมาณแสงในแต่ละจุดของบริเวณห้องที่แบ่งตามการใช้งาน เพื่อควบคุมปริมาณแสงภายในห้องให้มีความสว่างที่เหมาะสมตามกิจกรรมในแต่ละบริเวณที่มีการใช้งานแตกต่างกันไป

5. ฟังก์ชันการควบคุมความสว่างของหลอดไฟด้วยผู้ใช้ไฟเอง (PCT)

B. Baykal, et al. [14] ได้สร้างระบบควบคุมไฟฟ้าในบ้านที่ใช้การติดต่อสื่อสารแบบเซนเซอร์ไร้สาย Zigbee ระบบจะมีการเชื่อมต่อรีเลย์และสวิตช์เข้ากับอุปกรณ์อื่นด้วยระบบ Zigbee ระบบนี้จะทำให้เพิ่มอุปกรณ์ที่ต้องการต่อเข้าระบบได้ง่ายกว่าระบบที่มีสายแต่อย่างไรก็ตามระบบนี้ต้องมีแบตเตอรี่ที่ต่อเข้ากับระบบ ทำให้ในกรณีที่แบตเตอรี่มีพลังงานไฟฟ้าไม่เพียงพอระบบจะไม่ตอบรับการทำงานได้ และภายในอาคารและบ้านพักอาศัยไม่จำเป็นที่จะใช้การติดต่อสื่อสารแบบนี้

F. Domingo-Perez, et al. [15] ได้นำเสนอระบบจัดการและควบคุมระบบไฟฟ้าแสงสว่างตามทางเดินริมถนน โดยมีการควบคุมหลอดไฟผ่านทางไวเลสเซ็นเซอร์และบัลลาสต์ DALI ระบบจะอนุญาตให้ผู้ใช้ ปิด/เปิดและปรับหรี่หลอดไฟได้ อีกทั้งยังสามารถดูสถานะของหลอดไฟผ่านทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมจาวาที่อยู่บนระบบสกายป์ ซึ่งระบบนี้เหมาะกับการนำไปประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างตามทางริมถนนหรือตามอาคารบ้านเรือน เพื่อจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า แต่อย่างไรก็ตามระบบไวเลสจะถูกสัญญาณรบกวนได้ง่าย และต้องมีการจ่ายไฟให้ตลอดเวลา

6. ฟังก์ชันการควบคุมการใช้พลังงานโดยรวมทั้งระบบจากปริมาณค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (VPS)

S. A. Raziei และ H.Mohsenian-Rad [16] นำเสนอวิธีการควบคุมค่าระดับปริมาณแสงสว่างในแต่ละบริเวณตามการใช้งานขณะนั้น ร่วมกับควบคุมการใช้พลังงานในกับอาคาร โดยการลดปริมาณแสงบริเวณที่ต้องการแสงน้อย เมื่อมีการใช้พลังงานไฟฟ้าถึงค่าที่กำหนด โดยแสงที่ลดจะต้องไม่น้อยเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่รวมฟังก์ชันการทำงานเข้าด้วยกัน ดังนี้

Y. Chen และ Q. Sun [17] นำเสนอระบบควบคุมแสงสว่างในห้องเรียนเพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการควบคุมปริมาณแสงจากจำนวนนักเรียนที่เข้าห้อง โดยหลอดไฟจะถูกสั่งการผ่านการวิเคราะห์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีวิเคราะห์ผลด้วยนิเวศน์เน็ตเวิร์กโดยรับอินพุต คือ

จำนวนคนในห้อง และปริมาณแสงสว่างในห้อง และเอาพุทที่ได้ คือ ค่าความสว่างของหลอดไฟแต่ละดวง เพื่อใช้เป็นหลักในการควบคุมปริมาณแสงภายในห้องด้วยการสั่งปิด/เปิดไฟภายในห้อง แต่ระบบนี้ทำให้อาจเกิดการผิดพลาดได้เมื่อมีการนับจำนวนคนผิดพลาดไป

L. Martirano [18] เป็นการสร้างระบบจัดการพลังงานในระบบแสงสว่างโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน และมีประสิทธิผลที่ดีในการจัดการพลังงาน โดยระบบนี้ประกอบด้วยวิธีการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติจะใช้การควบคุมจากการใช้การหรี่หลอดไฟ การตรวจจับการเคลื่อนไหวของคน การแบ่งพื้นที่ตามการใช้งานเพื่อให้มีปริมาณความสว่างที่เหมาะสมกับงานนั้น ๆ ควบคุมตามตารางเวลา การควบคุมโดยผู้ใช้งาน และการคำนวณการใช้พลังงาน ซึ่งพบว่าในโรงงานอุตสาหกรรมระบบนี้สามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 25% ในกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปลดการใช้พลังงานได้ถึง 45% นอกจากนี้ระบบจัดการพลังงานที่ดีต้องไม่ส่งผลกระทบต่ออารมณ์และการทำงานของผู้ใช้งาน แต่ระบบที่ดีจะช่วยเพิ่มความสะดวกสบายและความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานในขณะนั้น งานวิจัยนี้ยังคงเป็นเพียงการทดลองไม่ได้มีการนำมาใช้จริง

จากงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้ามาทั้งหมดนี้ จะพบว่า วิธีการจัดการการใช้พลังงานแสงสว่างที่นำเสนอแต่ละวิธีนั้น ล้วนถูกพิสูจน์ได้ว่ามีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานทั้งสิ้น แต่ยังคงนำไปใช้งานแยกออกจากกัน แต่อย่างไรก็ตามมีบางงานวิจัยที่นำเสนอการนำบางวิธีการมาทำงานร่วมกัน แต่ก็ยังไม่มีความชัดเจนในการเลือกใช้ ทำให้ระบบที่ได้มีความซับซ้อนควบคุมได้ยาก หรือมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่สูง เนื่องจากการใช้งานที่ไม่เหมาะสม อีกทั้งยังมีอีกหลายงานวิจัยที่ยังไม่มีการทดลองใช้งานจริง

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.4.1 ออกแบบ สร้าง และพัฒนาระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้สำหรับอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัย เพื่อให้ได้ระบบที่ช่วยให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างที่ลดลงได้มากที่สุด ใช้งานได้ง่าย และราคาถูกลง
- 1.4.2 วิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการประยุกต์ใช้ระบบจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในแต่ละพื้นที่ใช้งาน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.5.1 ออกแบบและพัฒนาระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างใหม่ โดยมีพื้นฐานมาจากระบบจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างเดิมที่มีอยู่ 6 วิธีการ
- 1.5.2 ประยุกต์ใช้ชุดต้นแบบของระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างกับอาคารหรือบ้านพักภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่เป็นกรณีศึกษา
- 1.5.3 มีการควบคุมและประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์
- 1.5.4 ระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างนี้ใช้ในระบบไฟฟ้าแรงต่ำ 220 V 1 เฟส

1.6 ระเบียบวิธีการวิจัย

- 1.6.1 ศึกษาวิธีบริหารจัดการพลังงานในระบบแสงสว่างจากนั้นคัดเลือกวิธีการที่สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพสูงสุด
- 1.6.2 ศึกษาบทความงานวิจัยและโครงการเพื่อหาวิธีที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในระบบจัดการพลังงานแสงสว่างตามแนวทางที่ได้คัดเลือกไว้
- 1.6.3 ออกแบบระบบแสงสว่างภายในบริเวณอาคารให้มีความเหมาะสมกับแนวทางที่เลือกใช้เพื่อทำให้ระบบมีประสิทธิภาพมากที่สุด
- 1.6.4 ทดลองสร้างแบบจำลองของการทำงานของวิธีต่างๆ
 - ศึกษาการใช้เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว เพื่อส่งสัญญาณเมื่อมีการตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้ทำการประมวลผลสั่งรีเลย์เปิดหลอดไฟขณะที่ตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ และปิดหลอดไฟลงเมื่อไม่มีการเคลื่อนไหวภายในเวลาที่กำหนด
 - ศึกษาเซนเซอร์ตรวจวัดความเข้มแสงเพื่อทำการวัดความเข้มแสงขณะนั้น เพื่อควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ให้มีการประมวลผลควบคุมการเปิด/ปิดหลอดไฟผ่านรีเลย์ตามค่าความสว่างที่เหมาะสมที่ได้กำหนดไว้
 - ศึกษาการใช้งานของ Real time clock เพื่อทำการเขียน โปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการเปิด/ปิดไฟตามกำหนดเวลาที่ต้องการใช้งาน จากนั้นสั่งการให้รีเลย์ทำงานเปิด/ปิดไฟตามเวลา
 - ศึกษาการทำงาน และสร้างวงจรรีเลย์ไฟควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

- ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบให้มีการเตือนเมื่อมีการใช้ไฟเกินค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่กำหนดไว้

1.6.5 สำรวจสถานที่ที่ต้องการติดตั้งระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง

1.6.6 ออกแบบเพื่อประยุกต์ใช้ในระบบแสงสว่างภายในบริเวณอาคารให้เหมาะสมกับบริเวณต่างๆของการใช้งาน ภายในตัวอาคารเพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.6.7 ตรวจสอบความเป็นได้ของระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างที่ออกแบบไว้

1.6.8 ศึกษาและคัดเลือกอุปกรณ์ที่ทำงานเหมาะสมกับแต่ละวิธีการที่ออกแบบไว้ในแต่ละบริเวณของอาคาร

- ทำการคัดเลือกอุปกรณ์ที่มีความสามารถทำงานในวิธีการต่างๆได้ จากนั้นคัดเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำมาใช้จริงในระบบ

1.6.9 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของบริเวณต่างๆที่ออกแบบไว้

- การคำนวณปริมาณแสงภายในห้องให้เหมาะสมกับการใช้งาน
- การควบคุมแสงภายในห้องให้คงที่
- การจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานภายในอาคาร

1.6.10 ติดตั้งอุปกรณ์ภายในตัวอาคาร

1.6.11 ทดสอบ ปรับปรุง สำรวจความพึงพอใจจากผู้ใช้ และแก้ไขการทำงานของระบบจัดการการใช้พลังงานแสงสว่างภายในอาคารที่ติดตั้งไว้โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น เช่น อายุการใช้งานของอุปกรณ์ และเสถียรภาพของระบบ เป็นต้น

1.6.12 พัฒนาระบบการบริหารจัดการพลังงานในระบบแสงสว่างที่ได้สร้างขึ้น เพื่อให้ระบบสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.7 แผนดำเนินการ

1.7.1 ศึกษาวิธีการบริหารจัดการพลังงานในระบบแสงสว่างและทำการคัดเลือกวิธีที่สามารถนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพ

1.7.2 ทำการสร้างแบบจำลองการทำงานของวิธีการประหยัดพลังงานแต่ละวิธี

1.7.3 สำรวจสถานที่ที่ต้องการติดตั้งระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง

- 1.7.4 นำแนวทางมาออกแบบเพื่อประยุกต์ใช้ในระบบแสงสว่างภายในอาคารให้เหมาะสมกับบริเวณต่างๆของตัวอาคารเพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงสุด
- 1.7.5 ตรวจสอบความเป็นไปได้ของระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างที่ออกแบบไว้
- 1.7.6 ศึกษาและคัดเลือกอุปกรณ์ที่ทำงานเหมาะสมกับแต่ละวิธีการที่ออกแบบไว้ในแต่ละบริเวณของอาคาร
- 1.7.7 สร้างระบบควบคุมการทำงานของบริเวณต่างๆที่ออกแบบไว้
- 1.7.8 ติดตั้งระบบภายในตัวอาคาร
- 1.7.9 ทดสอบการทำงานของระบบจัดการการใช้พลังงานแสงสว่างภายในอาคาร
- 1.7.10 ตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของระบบจัดการการใช้พลังงานแสงสว่างทั้งระบบ
- 1.7.11 พัฒนา และปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น
- 1.7.12 สรุปผลการวิจัย จัดทำ และเสนอรายงานวิทยานิพนธ์

1.8 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย เจริญทฤษฎี และ/หรือเชิงประยุกต์

- 1.8.1 ได้ชุดต้นแบบของระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างที่สามารถใช้ในอาคารและบ้านพักอาศัยได้
- 1.8.2 ได้ระบบจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างที่สามารถใช้งานได้สะดวก มีราคาถูกลง ทำงานได้ง่าย ไม่ซับซ้อนทำงานได้อย่างครอบคลุมยิ่งขึ้นและสามารถช่วยลดการใช้พลังงานในระบบแสงสว่างลง
- 1.8.3 ได้วิธีการเลือกใช้ระบบจัดการไฟฟ้าแสงสว่างที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่